

# NGHIÊN CỨU CHU KỲ DAO ĐỘNG CỦA LƯỢNG MƯA Ở VIỆT NAM

NGUYỄN HƯỚNG ĐIỀN, TRẦN CÔNG MINH

## 1. Mở đầu

Tính chu kỳ của các yếu tố khí tượng là một trong những cơ sở để định hướng trong việc xây dựng phương pháp dự báo dài hạn. Xác định chu kỳ dao động của lượng mưa là một trong những nhiệm vụ quan trọng của bài toán dự báo và biến đổi khí hậu [3].

Trên thế giới và ở Việt Nam đã có khá nhiều công trình nghiên cứu về vấn đề này bằng các phương pháp khác nhau như phương pháp phân tích phổ phương sai [2, 6], phân tích điều hoà [5], phương pháp biến đổi Fourier nhanh (FFT - Fast Fourier Transform) [7]. Trong công trình này một phương pháp thống kê toán học là phương pháp entropy cực đại sẽ được sử dụng để nghiên cứu chu kỳ dao động của lượng mưa trên cơ sở nguồn số liệu hiện có của các trạm khí tượng trên lãnh thổ Việt Nam.

Chúng tôi đã tiến hành tính toán để xác định tính chu kỳ cho chuỗi lượng mưa tháng và năm cho 17 trạm khí tượng có độ dài chuỗi trên 60 năm, rải đều trên lãnh thổ Việt Nam. Các trạm này có số liệu khá đều. Trong trường hợp thiếu số liệu, chúng tôi đã lấy giá trị trung bình nhiều năm để bổ sung.

## 2. Phương pháp tính toán

Phương pháp tính toán được sử dụng ở đây là phương pháp entropy cực đại (Mem) hay còn gọi là mô hình tất cả các cực (all - poler model) hoặc mô hình tự hồi quy (AR- Autoregressive model). Dưới đây sẽ trình bày vắn tắt phương pháp này [1].

Xét thể hiện  $x(t)$  của quá trình ngẫu nhiên  $X(t)$ . Khi đó tổng năng lượng của quá trình được xác định bởi :

$$\text{Power} = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt \quad (1)$$

Mặt khác, theo định lý Parseval, năng lượng này cũng có thể được xác định bởi :

$$\text{Power} = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt = \int_{-\infty}^{\infty} |H(f)|^2 df \quad (2)$$

Trong đó

$$\begin{aligned} H(f) &= \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{2ift\pi} dt \\ x(t) &= \int_{-\infty}^{\infty} H(f)e^{-2ift\pi} df \end{aligned} \quad (3)$$

Có thể hình dung  $H(f)$  như là một biên độ dao động điều hoà ứng với tần số dài  $f$ . Giữa tần số góc và tần số dài liên hệ với nhau bởi hệ thức  $\omega = 2\pi f$ . Hệ thức (2) biểu diễn sự phân bố năng lượng của quá trình phân bố theo tần số. Sự phân bố này phản ánh cấu trúc bên trong của quá trình. Vấn đề ở chỗ ta cần xác định được "có bao nhiêu năng lượng của quá trình chứa trong khoảng tần số từ  $f$  đến  $f+df$ ".

Trong thực tế người ta thường chỉ xét miền biến đổi của tần số  $f$  là những giá trị dương, mặt khác giá trị của  $H(f)$  trên miền tần số âm và tần số dương cũng không khác nhau, nên thay cho  $H(f)$ , người ta sử dụng hàm :

$$S(f) = |H(f)|^2 = |H(-f)|^2, \quad 0 \leq f < \infty$$

và được gọi là phổ năng lượng của quá trình.

Nếu thể hiện  $x(t)$  được cho tại  $n$  điểm  $t_i, j = 1, \dots, n : x_j = x(t_j)$  với  $t_j = j\Delta\tau$ , khi đó tại các điểm tần số rời rạc  $f_k = k/n\Delta\tau, k = 0, 1, 2, \dots$  biểu thức (1.23) sẽ có dạng :

$$H(f_k) = H(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{2if_k t \pi} dt \approx \sum_{t=1}^n x_t e^{2if_k t \Delta \tau \pi} \Delta \tau = \Delta \tau \sum_{t=1}^n x_t e^{2i \frac{k t}{n} \pi} \quad (4)$$

Nếu  $\Delta \tau = 1$  (đơn vị thời gian), từ (4) ta có công thức biến đổi ngược Fourier rời rạc để nhận các giá trị của chuỗi ban đầu :

$$x_t = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n H(f_k) e^{-i \frac{2\pi}{n} k t} \quad (5)$$

Và định lý Parseval có thể được viết lại dạng :

$$\sum_{t=1}^n |x_t|^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n |H(f_k)|^2 \quad (6)$$

Ta có thể sử dụng phương pháp entropy cực đại để tính mật độ phổ của quá trình. Ký hiệu tần số Nyquist là  $f_c$ , ta có :

$$f_t = 1/2\Delta \tau \text{ và } f_k = 2f_c k/n, k=0,1,2,\dots,n/2 \quad (7)$$

Các tần số  $f_k$  chỉ nhận giá trị trên đoạn  $[-f_c; f_c]$ . Nếu ta thực hiện phép biến đổi :

$$z = e^{2\pi i f \Delta \tau} \quad (8)$$

khi đó có thể biểu diễn phổ năng lượng dưới dạng :

$$S(f) = \left| \sum_{k=-n/2}^{n-1} x_k z^k \right|^2 \quad (9)$$

Nếu  $x(t)$  xác định trên toàn miền vô hạn thì biểu thức (9) sẽ có dạng:

$$S(f) = \left| \sum_{k=-\infty}^{\infty} x_k z^k \right|^2 \quad (10)$$

Có thể biểu diễn (9) dưới dạng gần đúng sau:

$$S(f) \approx \frac{1}{\left| \sum_{k=-m/2}^{m/2} b_k z^k \right|^2} = \frac{a_0}{\left| 1 + \sum_{k=1}^m a_k z^k \right|^2} \quad (11)$$

Phép xấp xỉ (11) là phương pháp entropy cực đại (Mem) hay mô hình tất cả các cực hoặc mô hình tự hồi quy. Kết hợp (9) và (11) ta nhận được :

$$S(f) = \left| \sum_{k=-n/2}^{n-1} x_k z^k \right|^2 \approx \frac{a_0}{\left| 1 + \sum_{k=1}^m a_k z^k \right|^2} \quad (12)$$

Điều đó có nghĩa là để xác định mật độ phổ  $S(f)$  cần phải tính được  $m+1$  hệ số  $a_0, a_1, \dots, a_m$ . Người ta đã chứng minh được : để nhận được các hệ số  $a_k$  ( $k = 0, 1, 2, \dots, m$ ) cần giải phương trình sau :

$$\frac{a_0}{\left| 1 + \sum_{k=1}^m a_k z^k \right|^2} \approx \sum_{j=-m}^m R_j z^j \quad (13)$$

trong đó  $R_j$  được xác định bởi :

$$R_j \approx \frac{1}{n-j} \sum_{t=1}^{n-j} x_t x_{t+j}, \quad j = 0, 1, 2, \dots, n-1 \quad (14)$$

$$R_j = R_{-j}$$

Số  $m$  được gọi là bậc xấp xỉ hay số cực xấp xỉ về nguyên tắc  $m$  có thể nhận bất kỳ một số nguyên dương nào cho đến  $n-1$  là tổng các momen tự tương quan  $R_1$  có thể có. Thậm chí  $m$  có thể nhận giá trị lớn hơn dung lượng mẫu  $n$ , nhưng trong trường hợp này cần phải ngoại suy hàm tự tương quan. Trên thực tế người ta thường chọn  $m$  nhỏ hơn  $n$  nhiều.

### 3. Kết quả tính toán

Kết quả được biểu diễn trên *bảng 1*, những chu kỳ có mật độ phổ năng lượng lớn được in đậm. Chu kỳ hiển nhiên 1 năm được khử bớt qua khâu xử lý số liệu nên không xuất hiện ở đây.

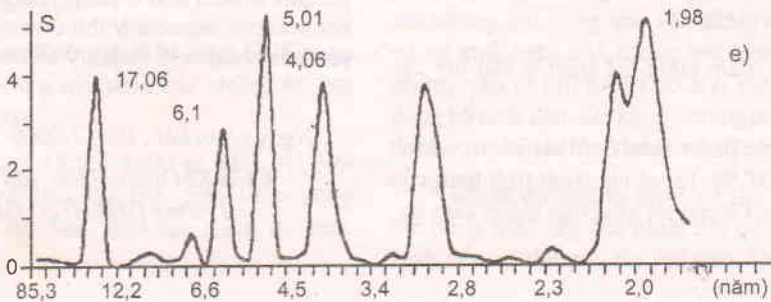
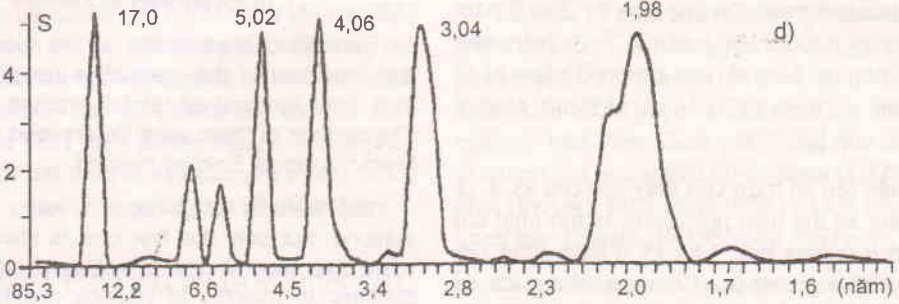
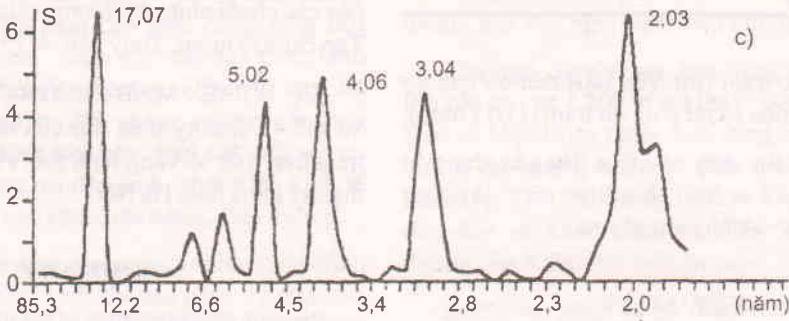
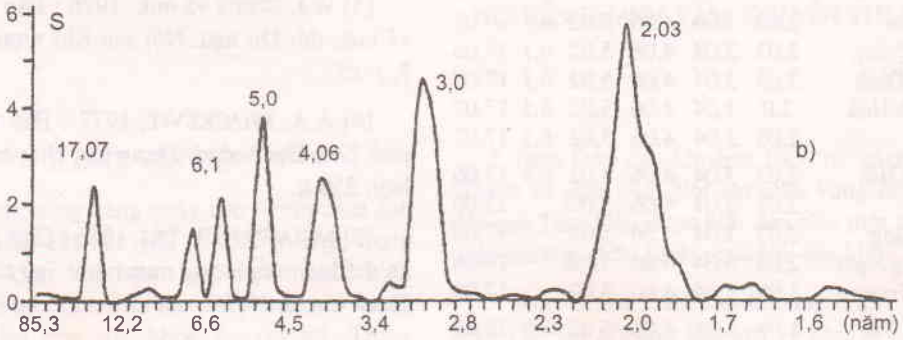
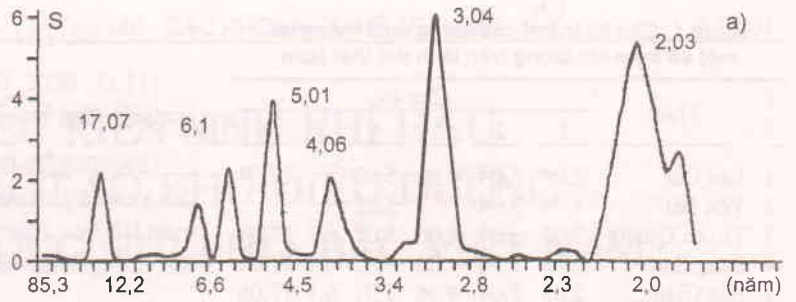
Việc xác định chu kỳ được tiến hành cho toàn bộ số liệu tổng lượng mưa tháng cho từng trạm. Trên hình 1 ta có thể thấy rõ các chu kỳ trên các đồ thị hàm mật độ phổ năng lượng của chuỗi lượng mưa cho một số trạm điển hình.

Kết quả cho thấy chu kỳ 2 năm thể hiện rất rõ ở tất cả các trạm. Điều này phù hợp với kết quả của các tác giả trước đây [2, 5-7]. Chu kỳ 3 năm cũng thể hiện ở tất cả các trạm, tuy nhiên nó chỉ rõ rệt ở khoảng hai phần ba số trạm (12/17 trạm) và tương đối mờ nhạt ở một vài trạm còn lại (Thanh Hoá, Đồng Hới, Đà Nẵng, Nha Trang và Tp HCM).

Các chu kỳ 4 hoặc 5 năm, tuy cũng xuất hiện ở phần lớn các trạm nhưng chỉ có 9 trong số 34 trường hợp là rõ rệt, còn lại khá mờ nhạt, thậm chí có thể coi là không tồn tại (như ở Yên Bái). Chu kỳ 6 năm thể hiện ở hai phần ba số trạm (11/17 trạm) nhưng đều mờ nhạt.

**Hình 1.**

Mật độ phổ năng lượng  
chuối lượng mưa ở trạm  
Hà Nội (a), Vinh (b), Đà  
Nẵng (c), Nha Trang (d)  
và Sài Gòn (e)



Bảng 1. Chu kỳ (năm) của lượng mưa tháng tại một số trạm khí tượng trên lãnh thổ Việt Nam

T	Trạm	Chu kỳ					
		1	2	3	4	5	6
1	Lao Cai	2,03	3,04	4,06	5,02		17,07
2	Yên Bái	1,98	3,04		5,02		
3	Tuyên Quang	2,03	3,04	4,06	5,02	6,1	17,07
4	Lạng Sơn	2,03	2,94	4,06	5,02	6,1	17,04
5	Bắc Giang	2,03	3,04	4,06	5,02	6,1	17,06
6	Hà Nội	2,03	3,04	4,06	5,02	6,1	17,07
7	Hải Phòng	2,03	3,04	4,06	5,02	6,1	17,06
8	Nam Định	2,03	3,04	4,06	5,02	6,1	17,07
9	Thanh Hoá	2,0	3,04	4,06	5,02	6,1	17,07
10	Vinh	2,03	3,04	4,06	5,02	6,1	17,07
11	Đồng Hới	2,03	3,04	4,06	5,02	6,1	17,06
12	Huế	2,03	3,04	4,06	5,02		17,06
13	Đà Nẵng	2,03	3,04	4,06	5,02		17,06
14	Quảng Ngãi	2,03	3,04	4,06	5,02		17,06
15	Nha Trang	1,98	3,04	4,06	5,02		17,06
16	Vũng Tàu	1,98	3,04	4,06	5,02	6,1	17,06
17	Tp HCM	1,98	3,04	4,06	5,01	6,1	17,06

Hầu hết các trạm (trừ Yên Bái) đều có chu kỳ 17 năm và thể hiện rõ rệt ở nhiều trạm (11/17 trạm).

Các chu kỳ tìm thấy nêu trên đều gần như tròn năm và có thể coi sự lệch khỏi "tròn năm" là do sai số trong số liệu và tính toán gây ra

### KẾT LUẬN

- Ở tất cả các trạm đều thấy chu kỳ 2 và 3 năm (ngoài chu kỳ hiển nhiên 1 năm). Tuy nhiên, chu kỳ 2 năm luôn thể hiện rõ, còn chu kỳ 3 năm chỉ rõ ở phần lớn số trạm (12/17) và khá mờ nhạt ở những trạm còn lại.

- Ở phần lớn số trạm còn thấy các chu kỳ 4 và 5 năm, song sự thể hiện nói chung là mờ nhạt chỉ trừ một số ít trường hợp. Chu kỳ 6 năm cũng tìm thấy ở khá nhiều trạm (11/17 trạm), nhưng tất cả đều mờ nhạt. Để khẳng định các chu kỳ này cần có những khảo cứu thêm.

- Chu kỳ 17 năm cũng thể hiện ở hầu hết các trạm (11/17).

Báo cáo được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của đề tài QT 98-13 và lập trình tính toán của Ts Phan Văn Tân. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] G. BOX, G. JENKINS, 1970 : Time series analysis. San Francisco.

[2] NGUYỄN DUY CHINH, 1985 : Khảo sát dao động chu kỳ dài các chuỗi nhiệt độ và lượng mưa trạm Hà Nội, Phù Liên và Tp Hồ Chí Minh. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 5, 19-27.

[3] W.J. GIBBS và nnk, 1976 : Báo cáo kỹ thuật về biến đổi khí hậu. Nội san Khí tượng Thủy văn, 7, 1-13.

[4] A.A. KHACKEVIT, 1977 : Phổ và phân tích phổ. Nxb Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội, 259 tr.

[5] NGUYỄN HỮU TÀI, 1986 : Dao động mùa và xu thế biến đổi lượng mưa năm. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 3, 15-18.

[6] NGUYỄN THUYẾT, 1984 : Phổ năng lượng của các chuỗi nhiệt độ, lượng mưa tại trạm Hà Nội. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 4, 15-22.

[7] NGUYỄN MINH TRƯỜNG, 1996 : Khảo sát xu thế và chu kỳ biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa trên một số vùng lãnh thổ Việt Nam. Luận án thạc sỹ khoa học. Hà Nội.

### SUMMARY

#### Periodic characteristics of the monthly rainfall in the territory of Vietnam

Periodic characteristics of the monthly rainfall are important in the orientation for establishing a long time forecast of rainfall amount in Vietnam. The periods of them were determined by using the Mem-maximum Entropy method.

The periods of 2, and 3 years exist in all stations, but only the first one is always notable, while the second one is not very clear in some stations. In majority of stations manifest also the periods of 4, 5 and 6 years, but in general they are not notable, especially the 6-year one. Period of 17 years is notable in majority of the stations.

Ngày nhận bài : 05-12-2000

Khoa Khí tượng Thủy văn & Hải dương học,  
Trường ĐHKHTN, ĐHQG Hà Nội